

پاسخ بویایی سن شکارگر *Orius albidipennis* و زنبورهای پارازیتوئید *Eretmocerus mundus* و *Eretmocerus eremicus* نسبت به سفیدبالک پنبه *Bemisia tabaci* و دشمنان طبیعی رقیب

سحر پیرزادفرد^۱، نوشین زندی سوهانی^{۲*}، فریبا سهرابی^۳ و علی رجب‌پور^۲

- ۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد حشره شناسی، گروه گیاهپزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ایران
- ۲- *نویسنده مسوول: دانشیار حشره شناسی، گروه گیاهپزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ایران (zandi@ramin.ac.ir)(nzandisohani@yahoo.com)
- ۳- استادیار حشره شناسی، گروه گیاهپزشکی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه خلیج فارس، بوشهر، ایران

تاریخ دریافت: ۹۷/۰۷/۲۹

تاریخ پذیرش: ۹۷/۱۰/۱۹

چکیده

سفیدبالک پنبه (*Bemisia tabaci* (Gennadius) یکی از آفات مهم محصولات زراعی، جالیزی و زینتی می‌باشد. زنبورهای پارازیتوئید *Eretmocerus mundus* Mercet و *Eretmocerus eremicus* Rose and Zolnerowich و همچنین سن شکارگر *Orius albidipennis* (Rueter) از جمله دشمنان طبیعی می‌باشند که به عنوان عوامل کنترل زیستی برای مهار سفیدبالک پنبه مورد استفاده قرار گرفته و نقش مهمی در کاهش استفاده از سموم شیمیایی داشته‌اند. در این بررسی، آزمایش‌هایی توسط دستگاه بویایی سنجی برای تعیین تأثیر رایحه تولید شده از برگ خیار آلوده به سفیدبالک پنبه در جلب دشمنان طبیعی انجام گرفت. همچنین تأثیر حضور یک دشمن طبیعی در لکه میزبان، بر جلب یا دفع دشمن طبیعی دیگر مورد بررسی قرار گرفت. نتایج بدست آمده از آزمون بویایی سنجی نشان داد که برگ‌های خیار آلوده به پوره‌های سفیدبالک، هر سه گونه دشمن طبیعی شامل سن *O. albidipennis* و زنبورهای پارازیتوئید *E. mundus* و *E. eremicus* را بیشتر از برگ‌های سالم به سمت خود جلب نمودند. نتایج تأثیر حضور زنبورهای پارازیتوئید بر انتخاب و ترجیح سن شکارگر *O. albidipennis* نشان داد که این سن از برگ‌هایی که زنبورهای پارازیتوئید روی آن‌ها حضور دارند دوری نمود، اگر چه حضور سن شکارگر *O. albidipennis* روی برگ‌ها به عنوان رقیب، اختلالی در جذب این دو گونه زنبور به برگ‌های آلوده ایجاد نکرد.

کلید واژه‌ها: الفکتومتری، سینمون، *Bemisia tabaci*، *Anthocoridae* *Aphelinidae*

مقدمه

یکی از مهم ترین آفاتی که بوته‌های خیار را مورد حمله قرار می‌دهد عسلک پنبه یا سفیدبالک پنبه *Bemisia tabaci* Gennadius می‌باشد. سفیدبالک پنبه حشره ای بسیار چندین خوار و از آفات مهم محصولات زراعی، جالیزی و زینتی بوده و به بیش از ۶۰۰ گونه گیاهی مختلف حمله می‌کند. از جمله گیاهان میزبان این حشره می‌توان به خربزه،

گرمک، خیار، کدو، بادمجان، گوجه‌فرنگی، سیب‌زمینی، آفتابگردان، کلزا، تربچه، کرچک، هندوانه، لویا، کنف، پنبه، بامیه و گیاهان زینتی مانند محبوبه‌شب، میمونی، ختمی، گل کاغذی، اطلسی و درختانی از قبیل مو، انار، توت، انجیر، گللابی، مرکبات، زبان‌گنجشک و نیز علف‌های هرزی مانند پیچک، تاجریزی و سلمه اشاره نمود (Khanjani, 2005; Kocheili et al, 2005; Fekrat and Shishehbor,

تخم‌ریزی ترجیح می‌دهد (Headrick et al., 1995, 1999; Hoddle et al., 1999).

از جمله شکارگرهای مفید و کارآمد برای کنترل سفیدبالک‌ها که امروزه مورد توجه قرار گرفته‌اند، سنک‌های جنس *Orius* هستند که به دلیل توانایی بالا در کنترل آفات مکنده از اهمیت خاصی برخوردار می‌باشند. از گونه‌های مهم این جنس *Orius albidipennis* (Reuter) را می‌توان نام برد که در نقاط مختلف کشور و نیز در استان خوزستان دارای انتشار وسیعی می‌باشد (Samim- Lotfi et al., 2012; Banihashemi et al., 2012).

سنک شکارگر *O. albidipennis* شکارگری عمومی با نرخ شکارگری بالا می‌باشد که برای کنترل آفات گلخانه‌ای توصیه می‌شود. سنک‌های *O. albidipennis* به علت نداشتن دیاپوز اجباری در شرایط گلخانه‌ای در تمام فصل‌های سال فعال هستند (Kosari and Kharazi-Pakdel, 2006).

مطابق با مطالعات انجام شده، گیاهان ممکن است در برابر گیاه خواران از طریق اثرات آنتاگونیستی از خود دفاع کنند که به این پدیده دفاع اتفاقی^۳ یا دفاع غیرمستقیم^۴ می‌گویند. یک راه برای رسیدن به این هدف تولید مواد فرار از گیاه میزبانی است که مورد حمله آفت قرار گرفته است. صرف نظر از منشأ، این مواد فرار هم برای شکارگر و هم برای گیاه مفید می‌باشند، زیرا از طرفی دشمن طبیعی را قادر به یافتن طعمه می‌کنند و از طرف دیگر باعث می‌شوند فشار گیاه خوارها بر روی گیاه میزبان کاهش پیدا کند. به چنین مواد فراری سینمون^۵ می‌گویند (Scutarenu et al., 1997). این ترکیبات برای دشمنان طبیعی به شدت قابل ردیابی بوده و به‌عنوان شاخصی واقعی برای اطلاع از حضور آفت و شناسایی طعمه بکار می‌روند. استفاده از ترکیبات فرار گیاهی ذکر شده (اینفوکیمال‌ها^۶) می‌تواند در برنامه‌های مدیریت آفات به کار رود (Vet and Dick, 1992).

این آفت با مصرف شیره گیاهی و ترشح عسلک به صورت مستقیم و با جلب قارچ دوده و انتقال بیش از ۶۰ نوع ویروس گیاهی به صورت غیرمستقیم خسارت وارد می‌نماید (Oetting and Buntin, 1996). مقاومت *B. tabaci* نسبت به بسیاری از حشره‌کش‌ها، مدیریت این آفت را مشکل ساخته است. بنابراین استفاده از دشمنان طبیعی سفیدبالک یکی از راه‌های کلیدی کاهش مقاومت این آفت در برابر حشره‌کش‌ها می‌باشد (Myartseva, 2006; Orr, 2009).

زنبورهای پارازیتوئید جنس *Eretmocerus* از خانواده Aphelinidae دارای بیش از ۶۰ گونه می‌باشند و همه گونه‌های آن پارازیتوئید داخلی سفیدبالک‌ها هستند. بیشتر آنها بکرزایی نرزیایی^۱ دارند، اما گونه‌های بکرزایی ماده‌زا^۲ هم گزارش شده است. یکی از گونه‌های این جنس زنبور *Eretmocerus mundus* Mercet است که به صورت اختصاصی از *B. tabaci* به عنوان میزبان استفاده می‌کند. معمولاً این زنبور پارازیتوئید پوره سن دوم را پارازیت می‌کند ولی سایر مراحل پورگی را نیز به عنوان میزبان تغذیه‌ای انتخاب می‌کند (Zandi- Sohani et al., 2009; Shishehbor and Mossadegh, 2002). یکی دیگر از زنبورهای پارازیتوئید *B. tabaci* که اخیراً معرفی شده است زنبور پارازیتوئید *Eretmocerus eremicus* Rose and Zolnerowich می‌باشد. این گونه جزو پارازیتوئیدهای بومی سفیدبالک در برخی از کشورهای دنیا از جمله آمریکا بوده (Greenberg et al., 2000) و بیشترین انتشار را در گلخانه‌های شمال آمریکا بر روی جمعیت *Bemisia argentifolii* (Bellows & Perring) دارد (Qiu et al., 2004). این گونه نیز به عنوان یک عامل کنترل زیستی علیه سفیدبالک پنبه مورد ارزیابی قرار گرفته است (Greenberg et al., 2000). *Eretmocerus eremicus* می‌تواند تمام مراحل نابالغ سفیدبالک بجز مرحله تخم را پارازیت می‌کند و اغلب پوره سن دوم را برای

³ Accidental defense

⁴ Indirect defense

⁵ Synomone

⁶ Infochemicals

¹ Arrhenotokous Parthenogenesis

² Thelytokous Parthenogenesis

بالغ نسل بعد، یک سن نر از هر ظرف جداسازی گردید و با بررسی پارامتر سن‌های نر، سن *O. albidipennis* از بقیه گونه‌ها جداسازی شد و سن‌های سایر گونه‌ها از آزمایشها حذف شدند. پرورش این شکارگر در دمای 25 ± 1 و رطوبت نسبی 70 ± 5 و دوره روشنایی به تاریکی $16:8$ درون انکوباتور صورت گرفت. برای جلوگیری از هم‌خواری که در سنین مختلف این سن وجود داشت، کف ظروف به وسیله خرده‌های کاغذ پوشانده شد.

پرورش زنبور پارازیتوئید *E. mundus*

پوره‌های سفیدبالک حاوی سفیره زنبور *E. mundus* از مزارع آفتابگردان جمع‌آوری و درون پتری دیش‌هایی در قفس‌های پرورش حاوی گلدان‌های آلوده به پوره‌های سفیدبالک قرار داده شدند. زنبورهای خارج شده پوره‌های سفیدبالک‌ها را در پشت برگ‌های خیار پارازیته نموده و بدین ترتیب کلنی اولیه زنبور تشکیل گردید. برای ادامه روند تخم‌ریزی زنبورها هر هفته تعدادی گلدان جدید حاوی پوره‌های سنین مناسب *B. tabaci* به قفس پرورش زنبورهای پارازیتوئید اضافه شد. پرورش زنبورهای پارازیتوئید در دمای 25 درجه سانتی‌گراد و طول دوره روشنایی به تاریکی $8:16$ انجام گرفت.

پرورش زنبور پارازیتوئید *E. eremicus*

سفیره‌های این پارازیتوئید از شرکت کوپرت^۱ خریداری شدند. در قفس پرورش، تعدادی گلدان آلوده به پوره‌های سفیدبالک *B. tabaci* قرار داده شد و سفیره‌های زنبور که بر روی کارت‌های مخصوص قرار داشتند در زیر برگ‌ها رهاسازی شد. بقیه مراحل تشکیل کلنی شبیه زنبور *E. mundus* انجام شد.

آزمون‌های طراحی شده

برای انجام آزمون‌ها از دستگاه بویایی سنج شامل یک لوله‌ی پلاستیکی Y شکل به قطر دهانه 2 سانتی‌متر استفاده شد که طول پایه و هر یک از بازوهای آن 10 سانتی‌متر بود. در دو سر هر یک از بازوها یک ظرف پلاستیکی درپوش دار به حجم 250 میلی‌لیتر قرار داده

تحقیق حاضر، پاسخ زنبورهای پارازیتوئید *E. mundus* و *E. eremicus* و سنک شکارگر *O. albidipennis* به حضور سفیدبالک پنبه، تاثیر حضور پارازیتوئیدها بر انتخاب و ترجیح سن اورپوس، و همچنین تاثیر حضور سن اورپوس بر انتخاب و ترجیح پارازیتوئیدها مورد آزمایش قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

گیاه میزبان

آزمایش‌ها در اتاق پرورش حشرات دانشکده کشاورزی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان انجام شد. برای پرورش گیاه خیار از گلدان‌های پلاستیکی به ارتفاع 13 و قطر دهانه 8 سانتی‌متر استفاده شد. بذور خیار جهت جوانه‌زنی بهتر به مدت 24 ساعت در پارچه نخی خیس‌انده شد و در عمق دو سانتی‌متری خاک کشت گردید. گلدان‌ها درون قفس‌های پرورش حشرات به ابعاد $100 \times 60 \times 120$ سانتی‌متر در دمای اتاق (25 ± 5 درجه سانتی‌گراد) و دوره نوری 16 ساعت روشنایی و 8 ساعت تاریکی نگهداری شدند.

پرورش حشرات

سفیدبالک

حشرات کامل سفیدبالک پنبه از مزرعه خیار در منطقه ملاثانی، استان خوزستان جمع‌آوری شده و داخل قفس‌های پرورش به ابعاد $120 \times 60 \times 60$ سانتی‌متر روی گلدان‌های خیار رهاسازی گردید. به این ترتیب کلنی سفیدبالک‌ها درون قفس‌های مذکور تشکیل شد. پرورش حشره در شرایط دمایی 25 ± 5 درجه سانتی‌گراد و دوره روشنایی به تاریکی $8:16$ انجام شد.

سن شکارگر *O. albidipennis*

جمع‌آوری سن شکارگر اورپوس از روی گل‌های آفتابگردان محوطه دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان انجام شد و تشکیل کلنی اولیه این حشره به روش Kosari and Kharazi-Pakdel (2006) صورت گرفت. پس از تفریح تخم‌ها و ظهور حشرات

¹ Koppert

دیگر پوره‌های سفیدبالک سن ۲ و ۳ به همراه زنبور پارازیتوئید ماده از هر یک از دو گونه (به صورت آزمایشهای جداگانه) قرار داده شد. در قسمت پایه لوله Y شکل، سن‌های ماده بالغ ۳ یا ۴ روزه اوریوس با تجربه قبلی شکار پوره‌ها رهاسازی گردید. به سن‌های بالغ مدت ۱۰ دقیقه زمان داده شد تا مسیر مورد علاقه خود را انتخاب کنند. بعد از این که سن به ظرف مورد نظر خود رسید شمارش و ثبت شروع شد. چنانچه بعد از ۱۰ دقیقه سن انتخابی انجام نمی‌داد بی‌پاسخ محسوب می‌شد.

ج: آزمون بررسی الفکتومتری تاثیر حضور سن شکارگر *O. albidipennis* در ترجیح و انتخاب زنبورهای پارازیتوئید *E. eremicus* و *E. mundus*

در این آزمون در یکی از ظروف برگ‌های خیار حاوی پوره‌های سفیدبالک سنین دو و سه، و در ظرف دیگر برگ خیار دارای پوره‌های سفیدبالک همراه با سن شکارگر اوریوس قرار داده شد و در قسمت پایه لوله Y شکل زنبورهای ماده *E. mundus* و *E. eremicus* در آزمایشهای جداگانه رهاسازی گردیدند. شمارش تعداد زنبورهای پارازیتوئید جلب شده به گیاهان همانند آزمایش قبلی صورت گرفت.

تجزیه و تحلیل داده‌ها

مقایسه تعداد مشاهدات با استفاده از آزمون کای اسکور و نرم افزار SPSS نسخه ۲۰ انجام شد.

نتایج

آزمون بررسی پاسخ زنبورهای ماده پارازیتوئید *E. mundus* و *E. eremicus* و سن *O. albidipennis* به

گیاهان آلوده به پوره‌های *B. tabaci*

نتایج بررسی پاسخ زنبورهای ماده پارازیتوئید *E. mundus* و *E. eremicus* و سن *O. albidipennis* به گیاهان آلوده به پوره‌های *B. tabaci* در جدول ۱ و شکل ۱ نشان داده شده است. زنبورهای پارازیتوئید برگ‌های حاوی پوره‌های سفیدبالک را به برگ‌های سالم ترجیح دادند.

شد. جریان هوا با استفاده از یک پمپ الکتریکی به هر یک از بازوها فرستاده شد و یک جریان سنج برای این که جریان هوا را به تساوی بین دو بازو انتقال دهد به کار برده شد. کلیه آزمون‌ها در دمای 25 ± 1 درجه سانتی‌گراد، دوره روشنائی به تاریکی ۱۶:۸ و رطوبت نسبی 65 ± 5 درصد و در ۵ تکرار انجام گرفت. در هر تکرار ۲۰ حشره مورد آزمون قرار گرفت. آزمون‌های انجام شده به شرح زیر است:

الف: آزمون بررسی پاسخ زنبورهای ماده پارازیتوئید *E. mundus* و *E. eremicus* و سن *O. albidipennis* به گیاهان آلوده به پوره‌های *B. tabaci*

در یکی از ظروف دستگاه بویایی سنج^۱ برگ‌های سالم و در دیگری برگ‌های آلوده به ۳۰ عدد پوره‌های سنین مختلف سفیدبالک قرار داده شد. زنبورهای پارازیتوئید ماده جفت‌گیری کرده و دارای تجربه قبلی پارازیته کردن پوره‌ها، که ۳ تا ۴ روز عمر داشتند، به صورت جداگانه در قسمت پایه لوله Y شکل رهاسازی شدند. به زنبورها ۱۰ دقیقه زمان داده شد تا مسیر مورد علاقه خود را انتخاب کنند. بعد از این که زنبور به ظرف مورد نظر خود رسید شمارش و ثبت شروع شد. چنانچه بعد از ۱۰ دقیقه زنبور انتخابی انجام نمی‌داد بی‌پاسخ محسوب می‌شد. آزمایشات با سن اوریوس نیز با شرایط ذکر شده انجام شد، با این تفاوت که به جای زنبور پارازیتوئید، سن‌های ماده بالغ ۳ یا ۴ روزه با تجربه قبلی شکار پوره‌ها در لوله Y شکل رهاسازی شد و تعداد سن‌های جلب شده به هر یک از ظروف مورد شمارش قرار گرفت.

ب: آزمون بررسی الفکتومتری تاثیر حضور زنبورهای پارازیتوئید *E. mundus* و *E. eremicus*

در ترجیح و انتخاب سن شکارگر *O. albidipennis* در این آزمایشها، برگ‌های خیار حاوی پوره‌های سنین دو و سه سفیدبالک در انتهای یک بازوی دستگاه الفکتومتری درون یکی از ظرف‌ها و در انتهای بازوی

¹ Olfactometer

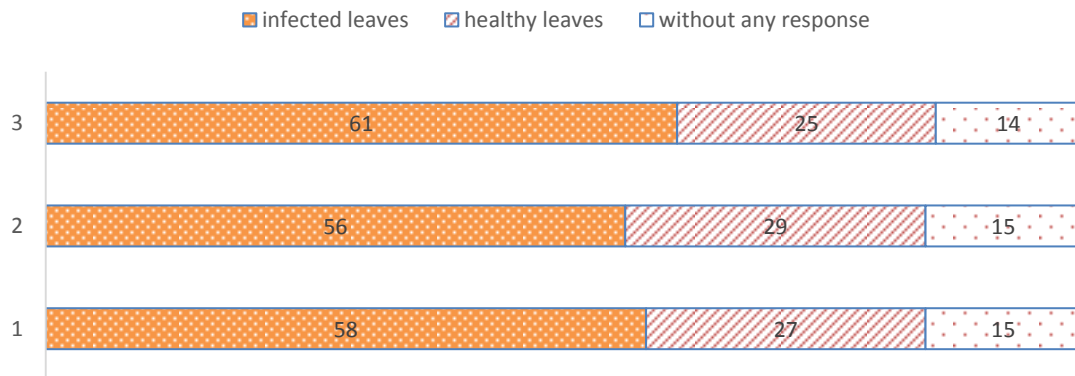
معنی داری به سمت برگ‌های آلوده جلب شدند (جدول ۱ و شکل ۱).

همچنین سن‌های شکارگر *O. albidipennis* نیز نسبت به حضور پوره های سفید بالک روی برگ‌های آلوده خیار واکنش مثبت نشان داده و با تفاوت

جدول ۱- پاسخ زنبورهای پارازیتوئید *Eretmocerus mundus* و *Eretmocerus eremicus* و سن شکارگر *Orius albidipennis* به حضور یا عدم حضور پوره‌های سفید بالک پنبه روی برگ‌های خیار

Table 1: Responses of parasitoid wasps, *Eretmocerus mundus* and *Eretmocerus eremicus*, and predatory bug, *Orius albidipennis*, to the presence or absence of whitefly nymphs on cucumber leaves

Source of odor	Natural enemy	Total No. of Insects Tested	X ²	Number of replies			P
				Infested leaves	Healthy leaves	without response	
Healthy cucumber leaves/ leaves infested by whitefly nymphs	<i>E. mundus</i>	100	13.94	58	27	15	0.016
	<i>E. eremicus</i>	100	13.2	56	29	15	0.022
	<i>O. albidipennis</i>	100	20.35	61	25	14	0.001



شکل ۱: تعداد زنبورهای پارازیتوئید *Eretmocerus mundus* و *Eretmocerus eremicus* و سن شکارگر *Orius albidipennis* جلب شده به برگ‌های سالم و آلوده به پوره های سفید بالک پنبه در خیار (۱: *E. mundus*، ۲: *E. eremicus*، ۳: *O. albidipennis*)

Figure 1: Number of parasitoid wasps, *Eretmocerus mundus* and *Eretmocerus eremicus*, and predatory bug, *Orius albidipennis*, attracted to the healthy leaves and those infested by whitefly nymphs in cucumber (1: *E. mundus*, 2: *E. eremicus*, 3: *O. albidipennis*)

سن به صورت معنی داری از شکار در حضور این زنبور پارازیتوئید دوری نمود (جدول ۲). از مجموع ۱۰۰ سن شکارگر مورد آزمایش تعداد ۶۲ عدد، لکه‌های منحصر به پوره‌های سفیدبالک‌ها را ترجیح دادند (شکل ۲).

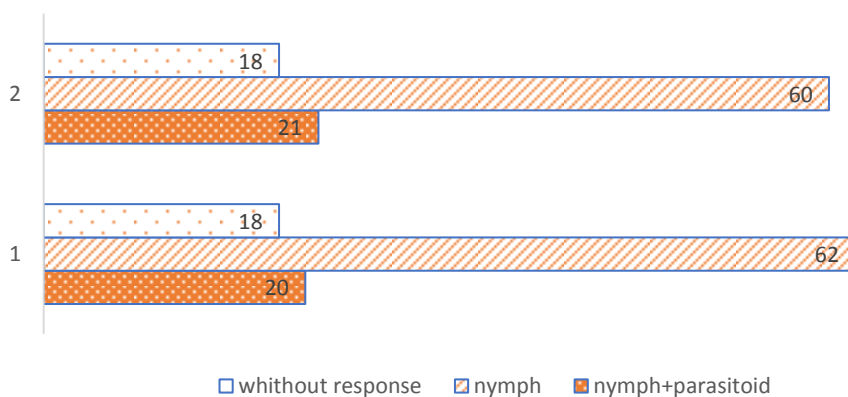
آزمون بررسی الفکتومتری تاثیر حضور زنبورهای پارازیتوئید *E. mundus* و *E. eremicus* در ترجیح و انتخاب سن شکارگر *O. albidipennis*

نتایج بررسی واکنش سن شکارگر اوربوس به حضور زنبور پارازیتوئید *E. mundus* نشان داد که این

جدول ۲- پاسخ سن *Orius albidipennis* به حضور یا عدم حضور زنبور *Eretmocerus mundus* و *Eretmocerus eremicus* روی برگ‌های آلوده به پوره‌های سفیدبالک

Table 2: Response of *Orius albidipennis* to the presence or absence of *Eretmocerus mundus* and *Eretmocerus eremicus* on cucumber leaves with whitefly nymphs

Source of odor	Total No. of insects tested	χ^2	Number of replies			P
			Whitefly nymphs + parasitoid	Whitefly nymphs	without response	
Leaves infested by whitefly nymphs/ leaves infested by whitefly nymphs + <i>E. mundus</i>	100	21.39	20	62	18	0.001
Leaves infested by whitefly nymphs/ leaves infested by whitefly nymphs + <i>E. eremicus</i>	100	20.9	21	60	19	0.001



شکل ۲: تعداد سن شکارگر *Orius albidipennis* جلب شده به برگ‌های خیار دارای پوره و برگ‌های دارای پوره و زنبورهای پارازیتوئید *Eretmocerus mundus* و *Eretmocerus eremicus* (۱: *E. mundus*؛ ۲: *E. eremicus*)

Figure 2: Number of *Orius albidipennis* attracted to the leaves with nymphs and nymphs+parasitoid wasps, *Eretmocerus mundus* and *Eretmocerus eremicus* (1: *E. mundus*, 2: *E. eremicus*)

برگ‌های آلوده به سفیدبالک به طور معنی داری بیشتر از سن‌های جلب شده به برگ‌های آلوده به سفیدبالک و زنبور *E. eremicus* بود (جدول ۲ و شکل ۲).

همچنین مشخص گردید سن شکارگر اوربوس حضور زنبور *E. eremicus* را نیز تشخیص داده و از حضور در محل لکه فعالیت این زنبور پارازیتوئید اجتناب نمود. تعداد سن‌های جلب شده به سمت

اورپوس نیز حضور داشت جلب شدند (جدول ۳ و شکل ۳). تفاوت تعداد زنبور *E. mundus* و *E. eremicus* جلب شده به سمت برگ‌های آلوده به سفید بالک و سن اورپوس در مقایسه با برگ‌هایی که فقط به سفیدبالک آلوده بودند معنی دار بود (جدول ۳).

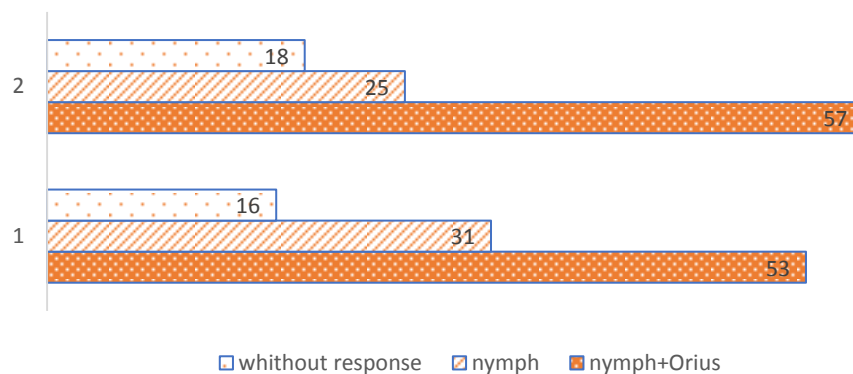
آزمون بررسی بویایی سنجی تاثیر حضور شکارگر *O. albidipennis* در ترجیح و انتخاب زنبورهای پارازیتوئید *E. mundus* و *E. eremicus*

نتایج بررسی‌های جداگانه بر روی دو گونه زنبور *E. mundus* و *E. eremicus* نشان داد که هر دو گونه زنبور به سمت برگ‌های آلوده به سفید بالک که سن

جدول ۳- پاسخ زنبورهای پارازیتوئید *Eretmocerus mundus* و *Eretmocerus eremicus* به حضور یا عدم حضور سن شکارگر *Orius albidipennis* روی برگ‌های آلوده به پوره‌های سفید بالک *B. tabaci*

Table 3: Responses of parasitoid wasps, *Eretmocerus mundus* and *Eretmocerus eremicus*, to the presence or absence of the predatory bug, *Orius albidipennis* on cucumber leaves with whitefly nymphs *B. tabaci*

Source of odor	Parasitoid	Total No. of insects	X^2	Number of replies		without response	P
				Whitefly nymphs + <i>O. albidipennis</i>	Whitefly nymphs		
Leaves infested by whitefly nymphs/	<i>E. mundus</i>	100	10.75	53	31	16	0.03
leaves infested by whitefly nymphs + <i>O. albidipennis</i>	<i>E. eremicus</i>	100	14.0	57	25	18	0.016



شکل ۲: تعداد زنبورهای پارازیتوئید *Eretmocerus mundus* و *Eretmocerus eremicus* جلب شده به برگ‌های دارای پوره و برگ‌های دارای پوره + سن شکارگر *Orius albidipennis* (1: *E. mundus*, 2: *E. eremicus*)

خود فعال می‌کنند که می‌تواند مقاومت گیاه را در برابر حشرات گیاه خوار افزایش دهد. این تغییرات القا شده می‌تواند بر عکس‌العمل همه موجودات اطراف گیاه مانند گیاهخواران، گرده افشان‌ها، دشمنان طبیعی و حتی دفاع گیاهان مجاور تاثیر گذاشته و رفتار و خصوصیات آنها را تغییر دهد. بر اثر خسارت ایجاد شده، گیاهان معمولا

بحث

دشمنان طبیعی حشرات گیاه خوار باید محل حضور میزبانان را در زیستگاه‌های پیچیده‌ای شامل چندین گونه گیاهی که توسط حشرات مختلف گیاهخوار آسیب دیده‌اند، پیدا کنند. وقتی گیاهان توسط حشرات گیاهخوار آسیب می‌بینند، عکس‌العمل‌های القایی را در

بادمجان *Thrips palmi* (Karny) به تریپس نشان داد که این شکارگر گیاهان آلوده به تریپس را به گیاهان سالم ترجیح داد (Mochizuki and Yano, 2007). در تحقیقات دیگری پاسخ سن‌های شکارگر *Macrolophus caliginosus* (Wagner) رایحه‌های گیاهان فلفل دلمه‌ای آلوده به شته سبز هلو *Myzus persicae* Sulzer و کنه دو لکه‌ای *T. urticae* مورد بررسی قرار گرفت و براساس نتایج این سن شکارگر رایحه گیاه آلوده را بیشتر از گیاه سالم می‌پسندد (Moayeri et al., 2006). پاسخ بویایی زنبور *Ganatoorus ashmeadi* Girault نسبت به گیاهان آلوده به *Homalodisca vitripennis* Germar نشان داد که *G. ashmeadi* گیاهان فلفل قرمز و انگور آلوده را بیشتر از میزبان بدون آلودگی ترجیح داد و این موضوع بدلیل تشخیص مواد فرار شیمیایی تولید شده توسط میزبان بود (Krugner et al., 2008). در آزمایش‌های دیگری نیز گیاهان آسیب دیده توسط دو گونه گیاه خوار (شته‌ها و لارو پروانه‌ها)، زنبورهای پارازیتوئید *Aphidius colemani* Viereck را بیشتر از گیاهان سالم به سمت خود جلب نمودند (Silva et al., 2016).

براساس نتایج تحقیق حاضر سن شکارگر اورپوس حضور زنبورهای پارازیتوئید رقیب را تشخیص داده و ترجیح داد که شکار خود را در محیطی بدور از وجود آن‌ها جستجو نماید. دلیل این امر می‌تواند اجتناب از شکارگری درون رسته‌ای^۹ باشد و یا اینکه حضور زنبور پارازیتوئید ممکن است بر کیفیت غذای سن شکارگر تاثیرگذار باشد و به همین دلیل سن از شکار در لکه‌ای که پارازیتوئیدها حضور دارند برای اجتناب از غذای با کیفیت پایین احتمالی دوری کرد. نوع و کیفیت شکار برای بقا، رشد و تولید مثل حشرات شکارگر اهمیت زیادی دارد. به عنوان مثال، تغذیه لاروهای کفشدوزک *Coccinella septempunctata* L. از شته‌های موئیایی شده اثرات منفی روی بقا، میزان تغذیه، و وزن

ترکیبات فرار متصاعد شده از خود را تغییر می‌دهند و دشمنان طبیعی گیاه‌خواران این تغییرات را کشف کرده و از آن‌ها به عنوان علامتی برای تعیین محل میزبان استفاده می‌کنند (Silva et al., 2016). براساس نتایج بررسی حاضر، برگ خیار آلوده به سفیدبالک اثر جلب‌کنندگی برای دشمنان طبیعی داشته و هر سه گونه دشمنان طبیعی شامل زنبورهای پارازیتوئید *E. mundus* و *E. eremicus* و همچنین سن شکارگر *O. albidipennis* را تحت تاثیر قرار داد که نشان دهنده تاثیر دفاع القایی گیاه و تولید ترکیبات سینمون و همچنین واکنش مثبت این دشمنان طبیعی نسبت به ترکیبات سینمون تولید شده می‌باشد. نتایج مشابهی از بررسی‌های سایر محققین در این زمینه به دست آمده است. در یک آزمایش بویایی سنجی نشان داده شد که سن شکارگر *Orius laevigatus* Fieber گیاه خیار آلوده به کنه دولکه‌ای *Tetranychus urticae* Koch را به گیاه خیار سالم ترجیح می‌دهد (Venzon et al., 2002). همچنین آزمایشها بر روی چهار گیاه بادمجان، فلفل، بامیه و گوجه‌فرنگی مشخص کرد که بوی متصاعد شده از بادمجان، فلفل و بامیه برای بالتوری (*C. carnea*) جذاب بود، اما از گوجه‌فرنگی بویی برای جلب بالتوری متصاعد نشد. ادامه آزمایشهای مذکور ثابت کرد که اگر گیاهان بادمجان، فلفل و بامیه به کنه آلوده شوند، حشرات نر و ماده بالتوری با شدت بیشتری به سمت این گیاهان جلب می‌گردند (Reddy, 2002). کفشدوزک *Coccinella septempunctata* L. گیاهانی را که قبلاً توسط شته *Rhopalosiphum padi* L. مورد حمله قرار گرفته بودند به گیاهان سالم ترجیح داد (Ninkovic and Pettersson, 2003). سن شکارگر *Dicyphus hesperus* Knight برگ‌های آلوده گوجه‌فرنگی با پوره‌های سفیدبالک گلخانه *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) برگ‌های سالم ترجیح داد (Mcgregor and Gillespie, 2005). همچنین نتایج آزمایشها مبنی بر پاسخ سن شکارگر *Orius sauteri* (Poppius) به

⁹ Intraguild predation

از آن است که ماده‌ها بتوانند همه تخم‌های خود را بگذارند (Rosenheim, 1999). با توجه به این موضوع و براساس مدل‌های شبیه‌سازی شده و مطالعات مزرعه‌ای، بعضی از محققین معتقدند اگر پارازیتوئید محدودیت تعداد تخم نداشته باشد، یک پارازیتوئید ماده باید حتی میزبان‌هایی را هم که به تازگی توسط سایر گونه‌ها پارازیت شده‌اند را برای تخم‌ریزی بپذیرد، حتی اگر شانس زنده ماندن نوزادان کم باشد (Turlings et al., 1985; Janssen, 1989). براساس یک فرضیه مشابه، ماده‌های پارازیتوئیدها نباید از شکارگرهای همه چیزخوار عمومی به دلیل وجود نشانه‌های گسترده حضور آن‌ها اجتناب کنند. در واقع، اجتناب از تعداد زیاد شکارگرهای عمومی ممکن است منجر به از دست دادن تعداد زیادی محل تخم‌ریزی برای ماده‌های پارازیتوئیدها گردد، زیرا تعداد شکارگرها معمولاً در اگر واکوسیستم‌ها بسیار زیاد است (Dicke and Grostal, 2001). بنابراین هزینه‌های رقابت برای پارازیتوئیدها بسیار کمتر از آنست که باعث القای مکانیزم اجتناب از شکارگرها شود. علاوه بر این فرضیه اولیه، دو فرضیه دیگر نیز محتمل است. یکی اینکه مکانیزم‌های کشف نشانه‌هایی که به پارازیتوئید اجازه اجتناب از شکارگر عمومی را می‌دهد وجود ندارد و دوم اینکه این مکانیزم‌ها در پارازیتوئید وجود دارند و علائم قابل درک هستند ولی گونه شکارگر عمومی مورد مطالعه چنین نشانه‌هایی را بروز نمی‌دهد (Chailleux et al., 2014).

به طور کلی، در سیستم اکولوژیکی مورد مطالعه در این پژوهش، ماده‌های پارازیتوئید *E. mundus* و *E. eremicus* در زمانی که به دنبال یافتن پوره *B. tabaci* جهت تخم‌گذاری بودند، از شکارگر عمومی *O. albidipennis* اجتناب نمودند. اگرچه اعتقاد عمومی بر این است که گونه‌های اختصاصی جانوری عموماً تحت تاثیر رقابت تداخلی با رقبای عمومی‌شان قرار می‌گیرند. اما با توجه به اینکه در سیستم‌های کنترل بیولوژیکی، زنبورهای پارازیتوئید اختصاصی معمولاً کارآمدتر از شکارگرهای عمومی در نظر گرفته می‌شوند و همچنین براساس نتایج این بررسی رهاسازی

کفشدوزک داشته و همچنین طول دوره رشدی لارو کفشدوزک طولانی‌تر شد. حدود ۷۰٪ از لاروهای که از شته‌های مومیایی تغذیه کرده بودند نتوانستند به حشرات بالغ تبدیل شوند (Takizawa and Takada, 1998). در واقع در آزمایشهای انجام شده روی کفشدوزک‌ها، نوع غذای مصرف شده توسط لاروها نه تنها روی عملکرد خود آن‌ها موثر بود، بلکه روی خصوصیات تولیدمثلی بالغین هم تاثیر مستقیم داشت (Sugiura and Takada, 1998).

از طرف دیگر، زنبورهای پارازیتوئید در این بررسی برگ‌های حاوی سن شکارگر و پوره‌ها را به برگ‌های دارای پوره‌های سفید بالک ترجیح دادند. سایر محققین نتایج متفاوتی در مورد تاثیر حضور یک زنبور پارازیتوئید بر ترجیح شکارگر رقیب به دست آورده‌اند. آزمایشات صورت گرفته توسط Taylor et al. (1998) نشان داد که زنبور پارازیتوئید *Aphidius ervi* Haliday ظرفی که شته‌های نخودفرنگی در آن قرار داشتند را بیشتر از ظرفی که شکارگرها در آن بودند ترجیح داد. از طرفی این زنبور پارازیتوئید از علائم شیمیایی کفشدوزک *C. septempunctata* اجتناب کرد (Frago et al., 2014). زنبور پارازیتوئید *Lysiphlebus fabarum* (Marshall) نیز بر روی گیاهان حاوی شته *Aphis fabae* Scopoli جمعیت شکارگر *C. septempunctata* زیاد بود، شته‌های کمتری را مومیایی کرد (Raymond et al., 2000). نتایج مذکور در مورد زنبور *A. ervi* و *L. fabarum* با نتیجه تحقیق حاضر مغایرت دارد. با اینحال تحقیقات Bilu et al. (2006) نشان داد که حضور شکارگرها بر انتخاب میزبان توسط *A. colemani* تاثیر منفی نداشته است که این یافته مشابه نتایج تحقیق حاضر می‌باشد. در بررسی‌های Chailleux et al. (2014) نیز همانند تحقیق حاضر هیچ گونه مدرکی که نشان‌دهنده دوری ماده‌های پارازیتوئید، که در جستجوی محل تخم‌ریزی هستند، از شکارگرهای عمومی باشد، یافت نشد. در شرایط طبیعی، طول دوره زندگی پارازیتوئیدهای انفرادی اغلب کوتاه‌تر

همزمان شکارگر *O. albidipennis* و زنبورهای پارازیتوئید *E. eremicus* و *E. mundus* برای کنترل سفیدبالک پنبه احتمالاً تاثیر منفی بر کارایی کل سیستم کنترل بیولوژیکی نخواهد داشت.

سپاسگزاری

به این وسیله از مدیریت پژوهشی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان به خاطر حمایت‌های مالی در انجام این تحقیق تشکر و قدردانی می‌گردد.

REFERENCES

- Bilu, E., Hopper, K., and Coll, M. 2006. Host choice by *Aphidius colemani*: effects of plants, plant- aphid combinations and the presence of intra-guild predators. *Ecological Entomology*, 31: 331-336.
- Chailleux, A., Wajnberg, E., Zhou, Y., Amiens-Desneux, E., and Desneux., N. 2014. New parasitoid-predator associations: female parasitoids do not avoid competition with generalist predators when sharing invasive prey. *Naturwissenschaften*, 101: 1075-1083.
- Dicke, M., and Grostal P. 2001. Chemical detection of natural enemies by arthropods: an ecological perspective. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 32:1-23.
- Fekrat, L. and Shishehbor, P. 2004. Biological characteristics and life table of cotton whitefly, *Bemisia tabaci* Gennadius on aubergine at different constant temperatures. *Plant Protection (Scientific Journal of Agriculture)*, 27 (1): 21-31.
- Frago, E., Charles, H., and Godfray, J. 2014. Avoidance of intraguild predation leads to a long-term positive trait-mediated indirect effect in an insect community. *Oecologia*, 174: 943-952.
- Greenberg, S.M., Legaspi, B.C., Jones, W.A., Enkegaard, A. 2000. Temperature-dependent life history of *Eretmocerus eremicus* (Hymenoptera: Aphelinidae) on two whitefly hosts (Homoptera: Aleyrodidae). *Biological control*, 29 (4): 851-860.
- Headrick, D.H., Bellows, T.S.J., and Perring, T.M. 1995. Behaviors of female *Eretmocerus* sp. nr. *californicus* (Hymenoptera: Aphelinidae) attacking *Bemisia argentifolii* (Homoptera: Aleyrodidae) on sweet potato. *Environmental Entomology*, 24: 412-422.
- Headrick, D.H., Bellows, T.S. and Perring, T. 1999. Development and reproduction of a population of *Eretmocerus eremicus* (Hymenoptera: Aphelinidae) on *Bemisia argentifolii* (Homoptera: Aleyrodidae). *Environmental Entomology*, 28: 300-306.
- Hoddle, M.S., Sanderson, J.P., and Van Driesche, R.G. 1999. Biological control of *Bemisia argentifolii* (Homoptera: Aleyrodidae) on poinsettia with inundative releases of *Eretmocerus eremicus* (Hymenoptera: Aphelinidae): does varying the weekly release rate affect control? *Bulletin of Entomological Research*, 89: 41-51.
- Janssen, A. 1989. Optimal host selection by *Drosophila* parasitoids in the field. *Functional Ecology*, 3: 469-479.
- Khanjani, M. 2005. Vegetable pests in Iran. Bu-Ali Sina University. P. 466. (In Farsi)

Kocheili, F., Mossadegh, M. S., Kamali, K. and Soleiman Nejadian, E. 2005. A comparative study on preimaginal developmental time of sweet potato whitefly *Bemisia tabaci* Gen. (Hom., Aleyrodidae) on melon, cucumber and okra under laboratory conditions. *Plant Protection (Scientific Journal of Agriculture)*, 27 (2): 37-44.

Kosari, A. A., and Kharazi-Pakdel, A. 2006. Prey-preference of *Orius albidipennis* (Het.: Anthocoridae) on onion thrips and two-spotted spider mite under laboratory conditions. *Journal of Entomological Society of Iran*, 26(1): 73-91. (In Farsi with English abstract)

Krugner, R., Marshall, W., Johnson, A., Kent, M., Daane, B., Joseph, G., and Morse, A. 2008. Olfactory responses of the egg parasitoid, *Gonatocerus ashmeadi* Girault (Hymenoptera: Mymaridae), to host plants infested by *Homalodisca vitripennis* (Germar) (Hemiptera: Cicadellidae). *Biological Control*, 47: 8–15.

Lotfi, F., Haghani, M., and Ostovan, H., 2012. Effect of three food regimes on longevity and oviposition rate of *Orius albidipennis*. *Journal of Entomological Research*, 5(1): 61-66. (In Farsi with English abstract)

Mcgregor, R.R., and Gillespie, D.R. 2005. Intraguild predation by the generalist predator *Dicyphus hesperus* on the parasitoid *Encarsia formosa*. *Biocontrol Science and Technology*, 15(3): 219-227.

Moayeri, H.R.S., Ashouri, A., Brodsgaard, H.F., and Enkegard, A. 2006. Odour mediated preference and prey preference of *Macrolophus caliginiosus* between spider mites and green peach aphids. *Journal of Applied Entomology*, 130: 504-508.

Mochizoki, M., and Yano, E., 2007. Olfactory response of the anthocorid predatory bug *Orius sauteri* to thrips-infested eggplants. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 123: 57-62.

Myartseva, S.N. 2006. *Eretmocerus haldeman* (Hymenoptera: Aphelinidae) parasitoid of whiteflies *Trialeurodes vaporariorum* and *Bemisia tabaci* complex in Mexico, with a key and description of a new species. *Vedalia*, 13: 27-38.

Ninkovic, V., and Pettersson, J. 2003. Searching behaviour of the seven spotted ladybird, *Coccinella septempunctata* effects of plant–plant odour interaction. *Oikos*, 100: 65–70.

Oetting, R.D., and Buntin, D., 1996. *Bemisia* damage expression in commercial greenhouse production. In Gerling, D. and Meyer, R.T. (eds), *Bemisia*, taxonomy, biology, damage, control and management. Intercept Publication, London, UK. pp. 120-122.

Orr, D. 2009. Biological Control and Integrated Pest Management. In Peshin, R., and Dhawan, A.K. (eds). *Integrated Pest Management: Innovation-Development Process*. Springer, Netherland. pp. 207-241.

Qiu, Y.T., Vanlenteren, J.C., Drost, Y.C., and Posthuma-doodeman, J.A.M. 2004. Life-history parameters of *Encarsia formosa*, *Eretmocerus eremicus* and *E. mundus*, aphelinid parasitoids of *Bemisia argentifolii* (Hemiptera: Aleryodidae). *European Journal of Entomology*, 101: 83-94.

Reddy, G. V. P. 2002. Plant volatile mediate orientation and plant preference by the predator *Chrysoperla carnea* Stephens (Neuroptera: Chrysopidae). *Biological Control*, 25: 49-55.

- Raymond, B., Darby, A.C., and Douglas, A.E. 2000. Intraguild predators and the spatial distribution of a parasitoid. *Oecologia*, 124: 367-372.
- Rosenheim, J. A., 1999. The relative contributions of time and egg to the cost of reproduction. *Evolution*, 53: 376-385.
- Samim-Banihashemi, A., Saraj, A., Yarahmadi, F., Rajabpour, A., and Hasanzadeh, H. 2012. Predatory efficiency of *Orius albidipennis*, to control of *Tetranychus turkestani* in laboratory conditions. 20th Iranian Plant Protection Congress. P. 404. (In Farsi with English abstract)
- Scutareanu, P., Drukker, B., Bruin, J., Posthumus, M. A., and Sabelis, M.W. 1997. Volatiles from *Psylla* infested pear trees and their possible involvement in attraction of Anthocorid predator. *Journal of Chemical Ecology*, 23(10): 2241-2260.
- Shishehbor, P. and Mossadegh, M. S. 2002. Population dynamics and vertical distribution of cotton whitefly *Bemisia tabaci* Gennadius (Homoptera: Aleyrodidae) and its parasitoids *Eretmocerus mundus* and *Encarsia lutea* on aubergine in Ahwaz. *Plant Protection (Scientific Journal of Agriculture)*, 25 (1): 13-25.
- Silva, S.E.B., Franca, J.F., and Pareja, M. 2016. Olfactory response of four aphidophagous insects to aphid- and caterpillar-induced plant volatiles. *Arthropode-Plant Interactions*, 10 (4): 331-340.
- Sugiura, K., and Takada, H. 1998. Suitability of seven aphid species as prey of *Cheilomenes sexmaculata* (Coleoptera: Coccinellidae). *Japanese Journal of Applied Entomology and Zoology*, 42: 7-14 (in Japanese with English abstract).
- Takizawa, T., Yasuda, H., and Agarwala, B.K. 2000. Effects of parasitized aphids (Homoptera: Aphididae) as food on larval performance of three predatory ladybirds (Coleoptera: Coccinellidae). *Applied Entomology and Zoology*, 35(4): 467-472.
- Taylor, A.J., Müller, C.B., and Godfray, H.C.J. 1998. Effect of aphid predators on oviposition behavior of aphid parasitoids. *Journal of Insect Behavior*, 11: 297-302.
- Turlings, T.C.J., Van Batenburg, F.D.H., and Van Strien-Van Liempt, W.T.F.H. 1985. Why is there no interspecific host discrimination in the 2 coexisting larval parasitoids of *Drosophila* species *Leptopilina heterotoma* (Thomson) and *Asobara tabida* (Nees). *Oecologia*, 67: 352-359.
- Venzon, M., Janssen, A., and Sabelis, M.W. 2002. Prey preference and reproductive success of the generalist predator *Orius laevigatus*. *Oikos*, 97: 116-124.
- Vet, L.E.M. and Dick, M.M. 1992. Ecology of infochemicals use by natural enemies in a tritrophic context. *Annual Review of Entomology*, 37: 141-172.
- Zandi-Sohani, N., Shishehbor, P., and Kocheili, F., 2009. Parasitism of cotton whitefly *Bemisia tabaci* on cucumber by *Eretmocerus mundus*: Bionomics in relation to temperature. *Crop Protection* 28: 963-967.



Olfactory responses of predatory bug, *Orius albidipennis*, and Parasitoid Wasps, *Eretmocerus mundus* and *Eretmocerus eremicus*, to *Bemisia tabaci* and competitor natural enemies

S. Pirzadfard¹, N. Zandi-Sohani^{2*}, F. Sohrabi³ and A. Rajab Pour²

1. M. Sc. graduate of Entomology, Department of Plant Protection, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Iran
2. ***Corresponding Author:** Associate Professor of Entomology, Department of Plant Protection, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Iran (nzandisohani@yahoo.com, zandi@ramin.ac.ir)
3. Assistant Professor of Entomology, Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, Persian Gulf University, Bushehr, Iran

(DOI): 10.22055/ppr.2019.14153

Received: 21 October 2018

Accepted: 9 January 2019

Abstract

Background and Objectives

Cotton whitefly, *Bemisia tabaci* (Gennadius), is one of the most important pests of field crops, vegetables, and ornamental plants. Parasitoid wasps, *Eretmocerus mundus* Mercet and *Eretmocerus eremicus* Rose and Zolnerowich, as well as predatory bug *Orius albidipennis* Rueter are natural enemies which are used as biocontrol agents to control *B. tabaci* and play a critical role in reduction of chemical insecticide application.

Materials and Methods

In this study, experiments were carried out using a Y-tube olfactometer to determine the impact of volatiles emitted from leaves infested by *B. tabaci* on attraction of natural enemies. Moreover, the effect of presence of one natural enemy on attraction or repellency of another natural enemy was studied.

Results

Results of olfactory responses showed that infested cucumber leaves were more attractive for all species of natural enemy species, *O. albidipennis*, *E. mundus* and *E. eremicus*, than healthy leaves. The results also showed that *O. albidipennis* avoided leaves that both species of parasitoid wasps coexist on them. However, presence of *O. albidipennis* on the leaves as a competitor did not affect the attraction of the parasitoid wasps to infested leaves.

Discussion

Induced reactions in damaged plants increase their resistance to invasive pests. These changes can affect the reactions of all organisms around the plants including herbivores, pollinators, natural enemies, and even other plants nearby. Previous research confirms our results on attraction of natural enemies to plants injured by *B. tabaci*. Avoidance of *O. albidipennis* of patches containing parasitoids may be due to escape from intraguild predation or other reasons such as low quality food in such patches. On the other hand, in this study both parasitoids preferred leaves containing *O. albidipennis* and whitefly nymphs to leaves with only whitefly nymphs. There is a hypothesis that female parasitoids should not avoid the polyphagous predators because they will lose many oviposition locations, as the number of polyphagous predators is too far in agroecosystems. This theory is corresponding well with the results of our study.

Keywords: *Aphelinidae*, *Anthocoridae*, *Olfactory*, *Synomone*, *Bemisia tabaci*